

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07124428
PUBLICATION DATE : 16-05-95

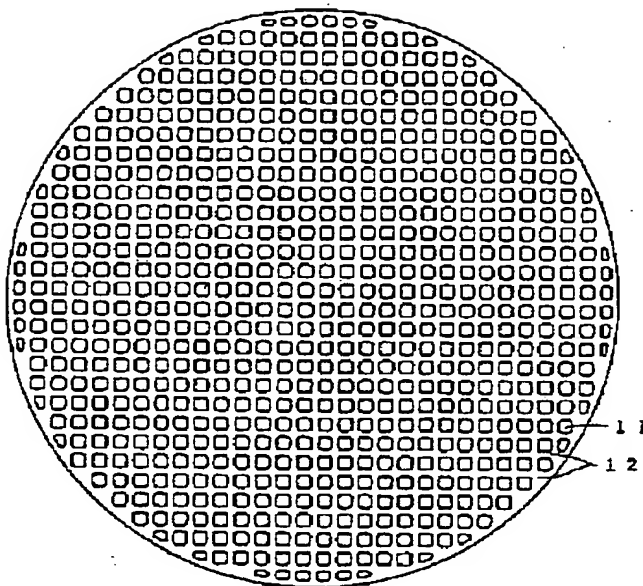
APPLICATION DATE : 08-11-93
APPLICATION NUMBER : 05302277

APPLICANT : NORITAKE CO LTD;

INVENTOR : TAGUCHI HISATOMI;

INT.CL. : B01D 39/20 B01D 63/06 B01D 71/02
C04B 38/00

TITLE : MONOLITH TYPE CERAMIC FILTER



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a filter free from crack by increasing the thickness of corner of a cell wall over the thickness of the cell wall except the intersecting part and chamfering the corner part of the cell in the spacing part to form a coating film of a slip having uniform thickness.

CONSTITUTION: A supporting body of the monolith type ceramic filter is composed of a porous ceramic made of honeycomb structural body and has plural cells 11 formed by partitioning four sides by the intersection of partitions 12 continuous in the cylinder axis direction. The cells 11 are about quadrangle prism like openings, continuous in the cylinder axis direction and rounded by chamfering and softening the corners. The corners of the cells 11 are chamfered so as to increase the thickness of the corners of the intersecting part of the cell walls over the thickness of the cell wall except the intersecting part. The chamfering is executed so that the contour of corner of the cell 11 in the cross-section of diameter direction includes the circular arc.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-124428

(43) 公開日 平成7年(1995)5月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D	39/20	D		
	63/06	8014-4D		
	71/02	9153-4D		
C 0 4 B	38/00	3 0 3		

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-302277

(22) 出願日 平成5年(1993)11月8日

(71) 出願人 000004293

株式会社ノリタケカンパニーリミテド
愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号

(72) 発明者 矢野 賢司

愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号
株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

(72) 発明者 寄田 浩

愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号
株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

(74) 代理人 弁理士 加藤 朝道

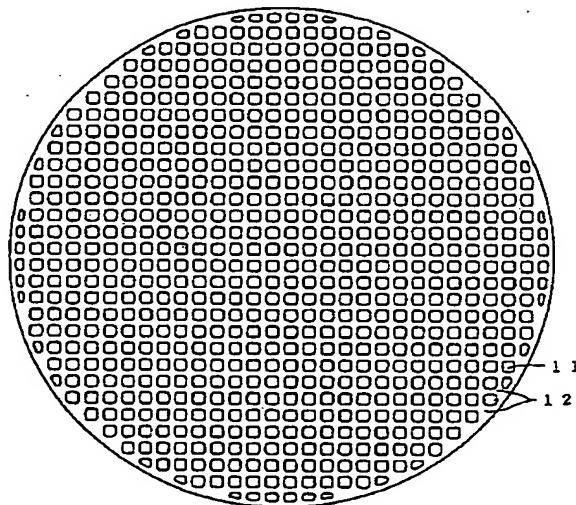
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モノリス型セラミックフィルター

(57) 【要約】

【構成】隔壁（セル壁）12の厚さ1mm、空孔部であるセル11の径方向断面の長さが1辺2mmの角を丸めた概略正方形で、かつ、セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は半径0.5mmの円弧である、外形が円筒状のハニカム構造体から成るモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【効果】この支持体により、クラックのない多孔質セラミック濾過膜をセル壁表面に有するモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。また、形成された濾過膜は、セル壁交叉部の角部に形成された濾過膜部分で濾過速度を低下させない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部を面取りしたハニカム構造体から成ることを特徴とするモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項2】セルの径方向断面における前記セルの角部の輪郭は、円弧又は直線を含むことを特徴とする請求項1に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項3】前記円弧の半径は、セルの角部を面取りしない場合にセルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭を規定する隣接する2辺のうちの短辺の長さの1/2未満かつ0.1mm以上であることを特徴とする請求項2に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項4】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、2本の長辺とこれらには含まれる短辺を含む、前記短辺の長さは、前記2本の長辺の長さのうちで最小の長さの1/2以下で、かつ、0.1mm以上であることを特徴とする請求項1に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項5】前記短辺は直線状であることを特徴とする請求項4に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項6】請求項1～5のいずれに記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体のセル壁の表面に多孔質セラミック濾過膜を有して成ることを特徴とするモノリス型セラミックフィルター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高濾過面積、低濾過抵抗を実現できるハニカム形状をした、精密濾過、限外濾過、逆浸透等に使用するモノリス型セラミックフィルターに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、コンパクトで高濾過面積のセラミックフィルターを実現するために、様々な研究が成され、様々な構造を持ったハニカム形状のモノリス型セラミックフィルターが提案されている。例えば、特公表平1-501534号公報、特公表平3-500386号公報等に記載のものがあ

【0003】

【発明が解決しようとする課題】モノリス型セラミックフィルターは、一般に、ハニカム構造のセラミックス製支持体のセル壁表面に、前記支持体の平均細孔径より細かい多孔質セラミックスから成る濾過膜を形成して製造される。

【0004】かかるハニカム構造の支持体は、平坦な隔壁面の交叉により空孔であるセルの角部が形成されている。このようなハニカム構造の支持体の一例を図3に示す。図3は、外形が円筒状のハニカム構造の支持体を円

筒軸方向から見た図（支持体端面の図）である。この支持体は、円筒軸方向に連続する複数のセル31を有する。セルは、円筒軸方向に連続する平坦な隔壁（セル壁）32の交叉により四方を囲まれて形成されるものであり、円筒軸方向に連続する四角柱状の空間（空孔）である。セルの角部は、平面である2枚の隔壁（セル壁）面が直交して形成されており、セルの径方向（円筒軸方向に対して直交する方向）断面におけるセルの角部の輪郭は直角になっている。

【0005】モノリス型セラミックフィルターは、例えば図3に示されるようなハニカム構造の支持体のセル壁32の表面に、濾過膜形成のためのスリップを塗布してスリップ膜を形成し、これを乾燥し、焼成して濾過膜を形成して製造する。

【0006】しかし、このようにして得られるモノリス型セラミックフィルターは、ハニカム構造体の支持体のセル壁表面に形成された濾過膜のセル壁角部での膜厚が厚くなるため、角部において、濾過速度が小さくなるという問題点を有していた。さらに、角部の濾過膜の膜厚が局部的に大きくなるため、乾燥、焼成時に濾過膜にクラックが発生しやすいという問題点を有していた。

【0007】本発明は、かかる問題点を解消するモノリス型セラミックフィルター用支持体及びモノリス型セラミックフィルターを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部を面取りしたハニカム構造体から成るモノリス型セラミックフィルター用支持体、及び、この支持体のセル壁の表面に多孔質セラミック濾過膜を有して成るモノリス型セラミックフィルターにより、上記目的を達成することができる。

【0009】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、好ましくは円弧又は直線を含むことを成る。

【0010】この円弧の半径は、セルの角部を面取りしない場合にセルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭を規定する隣接する2辺のうちの短辺の長さ（等辺の場合は当該等辺の長さ）の好ましくは1/2未満かつ0.1mm以上にする。

【0011】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、好ましくは、2本の長辺とこれらには含まれる短辺（より好ましくは直線状の短辺）を含む、前記短辺の長さは、前記2本の長辺の長さのうちで最小の長さの1/2以下（1/3～1/4以下、あるいは1/5～1/10以下にしてもよい）で、かつ、0.1mm以上である。

【0012】

【作用】本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体は、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部

を面取りしたハニカム構造体から成るので、多孔質セラミック濾過膜を形成するためのスリップをセル壁の表面に塗布した際に、厚さのばらつきが小さく均一な厚さのスリップの塗膜を形成できる。かかる厚さの均一なスリップ塗膜は、乾燥・焼成時にクラックの発生を防止できる。また、焼成後に得られる濾過膜は、セル壁交叉部の角部に形成された濾過膜部分で濾過速度を低下させない。

【0013】これに対して、本発明とは異なり、セルの角部を面取りしないハニカム構造の支持体のセル表面に前記スリップを塗布した場合には、表面張力により、セル壁の交叉部の角のスリップ塗膜の厚さが、前記交叉部の角以外のスリップ塗膜の厚さよりも厚くなることが避けられず、不均一な厚さのスリップ塗膜が形成される。かかる厚さの不均一なスリップ塗膜は、乾燥・焼成時にクラックが発生する。また、焼成後に得られる濾過膜は、セル壁交叉部の角部に形成された濾過膜部分で濾過速度が低下する。

【0014】これを図4に基づいてより具体的に説明する。図4は、図3の支持体のセル壁32の表面に多孔質セラミック濾過膜41を形成して成る比較例のモノリス型セラミックフィルターの、濾液供給路42の径方向断面の部分拡大図である。

【0015】セル壁の交叉部の角に形成された濾過膜41aの厚さは、セル壁の交叉部の角以外に形成された濾過膜の厚さよりも著しく厚い。この濾過膜は、その形成過程である乾燥・焼成工程において発生したクラックを有している。

【0016】

【好適な実施態様】

（モノリス型セラミックフィルター用支持体）本発明の支持体は、前記特定のハニカム構造体から成るものであり、空間部（空孔部）であるセルの角部が面取りされている。

【0017】セルの角部の面取り、即ち、セルの角を落とす程度は、当該ハニカム構造体のセル壁の表面に塗布しようとする、多孔質セラミック濾過膜形成のためのスリップの表面張力に応じて、前記スリップ塗膜の厚さが均一になるような程度で行なう。

【0018】スリップ塗膜の厚さの均一性の程度は、ある一つのセルの径方向断面における、スリップ塗膜の最大の厚さを T 、最小の厚さを t とした場合、 $(T-t)/T$ の値が好ましくは0.5以下（ $T \leq 2.0t$ ）、より好ましくは0.33以下（ $T \leq 1.5t$ ）になるようにする。

【0019】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、好ましくは円弧又は直線を含んだものや丸味をつけたものにすることができるが、表面張力によりスリップ塗膜の厚さのばらつきが小さくなるものであれば必ずしも丸味をつけたものでないもの（例えば直線）でもよ

い。

【0020】前記円弧の半径の最小値は、好ましくは0.1mm以上（より好ましくは0.2mm以上）である。

【0021】0.1mm未満の場合には、スリップの表面張力により塗膜の厚さが不均一になることが多いからである。

【0022】前記円弧の半径は、仮りにセルの角部の面取りがないと仮定した場合に、セルの径方向断面におけるセルの角部（セル壁の中央部表面の延長面の交叉により規定される角部）の輪郭を規定する隣接する2辺のうちの短辺の長さ（2辺の長さが等しい場合はその等しい長さ）の $1/2$ 未満（より好ましくは $1/3$ 未満）である。

【0023】前記円弧の半径が前記短辺の長さの $1/2$ の場合は、面取り前のセルの径方向断面が正方形のときに、面取り後のセルの径方向断面の形状が円となり、濾過面積が最小となり濾過効率が低下するからである。

【0024】セルの角部の好ましい面取りは、図8に示すとおりである。即ち、セルの角 O を取るときは、角 O から距離 a 離れた2点 P 及び Q を通る円弧であって、円弧の半径 r と a の範囲は $0.1 \leq a < 1/2 t$ 、 $a \leq r$ （ t ：セル壁の中央部表面の延長面の交叉により規定される角部の輪郭を規定する2辺のうちの短辺の長さ）という条件を満たし、かつ、円弧の中心はセルの内部にある円弧で行なう。

【0025】なお、距離 a は、 $1/3 t$ 以下、 $1/4 t$ 以下、 $1/5 t$ 以下、あるいは $1/6 t \sim 1/10 t$ 以下にしてもよい。

【0026】前記特定のハニカム構造体は、多孔質セラミックス、好ましくは $1 \mu m \sim 100 \mu m$ （より好ましくは $5 \mu m \sim 20 \mu m$ ）の平均細孔径をもつ多孔質セラミックスで形成する。

【0027】本発明の支持体は、要求濾過精度によっては、濾過膜を形成することなく、それ自体をフィルターとして使用することができる。

【0028】ハニカム構造体の隔壁（セル壁）の一部を、前記構造体の外壁面に端面を露出し他の隔壁より厚い隔壁から成る流動抵抗緩和部とすることができる。

【0029】前記流動抵抗緩和部は、ハニカム構造体の外壁面に達する濾液排出孔を有することもできる。

【0030】ハニカム構造体の外壁面は、平行セル型ハニカム構造の場合、ハニカムセル（貫通孔）の軸に直交する横方向の外壁面をいう。このモノリス型セラミックフィルターは押出成形により簡単に製造できる基本的利点がある。また、この厚い隔壁は、ハニカム構造体の強度の補強にも大きく資する。なお、クロスフロー型ハニカム構造の場合にも、本発明の基本構成は適用できる。

【0031】また、濾液排出孔は、厚い隔壁部内に形成できるので、やはり製造が容易である。

【0032】ハニカム構造体の隔壁の一部を厚壁とし流動抵抗緩和部としたものとしては、例えば、所定ピッチ毎に隔壁（セル壁）を厚くして形成、配設できる。最も簡単な例はこのように所定ピッチ毎に隔壁を厚くした平行配置であるがさらに縦方向にも厚壁部を付加できる。この場合、たて、横同ピッチとすれば、ハニカム強度のバランス上好ましく、特に押出成形時に坯土の吐出圧力が均一となり、焼成時の変形の防止上好ましい。

【0033】その他、流動抵抗緩和部は、ハニカム横断面内において任意のパターンで配置、分配できる。外壁に連続していれば曲折していても直線でもどのようなパターンでもよく、例えば、ハニカム横断面の中心部を除いて、形成してもよく、外壁面から、必要に応じ内方へ短く延びるものでもよい。

【0034】流動抵抗緩和部は、ハニカム構造体の隔壁の一部から成るものであり、その厚さは他の隔壁より厚く、前記構造体の外壁面に端面を露出している。流動抵抗緩和部の厚さは、好ましくは、他の隔壁の厚さの1.5～10倍とし、さらに好ましくは2～5倍にする。なお、一般に流動抵抗緩和部の厚さは、薄いと流動抵抗の緩和の効果が小さくなり、厚いと濾過面積が小さくなる。この厚さは、フィルター（ハニカム構造体）の大きさと濾過膜の細孔径の大きさ、濾過する原液の性状により最適値が求められる。一般には、フィルターが大きいほど厚くなり、濾過膜の細孔径が小さいほど薄くなり、また濾過抵抗の小さい原液ほど厚くなる、という傾向がある。要はフィルターユニット当りの濾液量を最大とする様にすることである。

【0035】流動抵抗緩和部の厚さが他の隔壁の厚さの1.5倍以下では、流動抵抗緩和部の効果が小さいからである。また、10倍以上では、フィルターの単位体積当りの濾過面積が小さくなるため、フィルターの濾過処理能力が低下するからである。従って2～5倍が通常の条件では好ましいことになる。

【0036】外壁面（外周面）へ開口する濾液排出用の穴は、適当数（好ましくは所定ピッチで）設ける。セル軸と直交する方向が、流出抵抗低下と穴明け加工のためには望ましい。

【0037】本発明の支持体は、例えば以下のようにして製造することができる。

【0038】適当な粒子径をしたセラミック原料に有機バインダー、水を添加し混練して、押し出しに用いる坯土とする。必要に応じて、無機結合剤として粘土、ガラス等を添加することもできる。この坯土を所定の口金を持った押し出し成形機にて押し出し成形し、乾燥後、焼成する。坯土の押し出し方向に対して直角方向における口金の断面の形状は、製造しようとする本発明の支持体におけるハニカム構造体のセルの径方向断面に対応させる。

【0039】本発明の支持体に用いる多孔質セラミック

スの材料としては、アルミナ、シリカ、ジルコニア、ムライト、コーディライト、炭素、炭化ケイ素、窒化ケイ素等とすることができる。

【0040】（モノリス型セラミックフィルター）本発明のフィルターは、前記モノリス型セラミックフィルター用支持体のセル壁の表面に多孔質セラミック濾過膜を有して成るものである。前記濾過膜は、セル壁表面に2層以上形成することができる。

【0041】ある一つのセルの径方向断面における多孔質セラミック濾過膜の厚さは、最大の厚さをT、最小の厚さをtとした場合、 $(T-t)/T$ の好ましい値は0.5以下（より好ましくは0.33以下）である。

【0042】多孔質セラミック濾過膜の平均細孔径は、好ましくは前記支持体のものより小さくする。支持体が $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ の平均細孔径を有する多孔質セラミックスで形成したハニカム構造体から成る場合は、好ましくは、平均細孔径50オングストロームから $5\mu\text{m}$ の多孔質セラミックスから成る濾過膜を形成する。

【0043】また、上記支持体と上記濾過膜の間に、必要に応じて、それらの中間の平均細孔径を持った多孔質セラミック中間層を形成することができる。

【0044】多孔質セラミック濾過膜は、例えば次のようにして形成することができる。

【0045】まず、適当な粒子径のセラミックス原料（粉末またはコロイド溶液）に水などの溶媒、有機バインダー、解摺剤、pH調整剤などを添加して混合し、スリップを得る。次に、このスリップをハニカム構造の支持体のセル壁の表面にコートし、乾燥後、焼成して、濾過膜を得る。濾過膜の材質としては、アルミナ、ジルコニア、チタニア等がある。

【0046】なお、後述の実施例においてはセルの径方向断面は角を丸めた正方形であるが、角を丸めた三角形、角を丸めた六角形等のように角を丸めた多角形の形状にすることができる。また、供給液通路の配置は、方形であるが、六角形、同心円状などの他の配置とすることもできる。

【0047】本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体及びこれを用いて得られたモノリス型セラミックフィルターの一例を図面に基いて説明する。

【0048】図1は、外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た図である。

【0049】この支持体は多孔質セラミックス製のハニカム構造体から成り、円筒軸方向に連続する隔壁（セル壁）12の交叉により四方を仕切られて形成される複数のセル11を有する。セルは、円筒軸方向に連続する、角部を面取りして落とされ丸められた概略四角柱状の空隙である。セルの角部は、セル壁の交叉部の角の厚みを交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させることにより、面取りされている。このセルの面取りは、セルの径

方向断面におけるセルの角部の輪郭が円弧を含有して成るようになされている。

【0050】図2は、図1の支持体のセル壁12の表面に多孔質セラミック濾過膜21を形成して成るモノリス型セラミックフィルターの、濾液供給路22の径方向断面の一部の拡大図である。

【0051】セル壁の交叉部の角に形成された濾過膜21aの厚さと、セル壁の交叉部の角以外に形成された濾過膜の厚さはほぼ等しく、濾過膜の厚さが均一である。この濾過膜にはクラックが見られない。

【0052】図5及び図6には、図1及び図2に示すセラミックフィルター用支持体において、セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭が直線を含有して成るように、セルの面取りを行なったものを示す。このセラミックフィルター用支持体は、図1及び図2に示されたものと同様の効果を示す。

【0053】

【実施例】平均粒子径 $40\mu\text{m}$ のアルミナ100重量部、無機結合剤として、平均粒子径 $5\mu\text{m}$ のガラス粉末8重量部、有機バインダーとして、メチルセルローズ7重量部に水を所定量加えて混練し、押し出し用坯土とした。図1に示すような断面形状（坯土の押し出し方向に対して直角方向の断面形状）となるような口金を持った押し出し成形機によって、押し出し成形し、乾燥した。十分に乾燥したこの乾燥体を焼成炉にて、 1250°C にて焼成し、図1に示す外形が円筒状の本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体であるハニカム構造の支持体を得られた。この支持体は、平均細孔径 $10\mu\text{m}$ 、支持体の円形端面の直径 90mm 、円筒軸方向の長さ 500mm 、隔壁（セル壁）の厚さ 1mm 、空孔部であるセルの大きさは径方向断面の長さが1辺 2mm の角を丸めた概略正方形で、セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は半径 0.5mm の円弧である。

【0054】なお、図7には、円筒形状の外壁に通じる隔壁であって同一方向に並列する全ての隔壁を、前記隔壁と直交する隔壁より厚い流動抵抗緩和部Aとしたフィルター用支持体が記載されている。

【0055】このように流動抵抗緩和部をもうけることにより、支持体内の濾過流動抵抗の増大をより一層効果的に押さえることができる。従って、図7のフィルター用支持体は、図3のフィルター用支持体のように、濾過速度が制限されることがなく、また、セル角部の濾過膜の厚さが厚くなることがないため、濾過膜の厚さの増大による濾過速度の低下がなく、乾燥、焼成時におけるクラックの発生のないハニカム構造をしたモノリス型セラミックフィルターとすることができる。

【0056】さらに、前記流動抵抗緩和部は、ハニカム構造体の隔壁として、その厚さ方向に均一に分布しているので、当該フィルター用支持体を押し出し成形する際に、押し出し成形体の隔壁の存在密度が均一なので、成

形時に歪みが発生しにくく、また、成形体の乾燥時において乾燥収縮の違いによる切れが発生しにくい。

【0057】平均粒子径 $4\mu\text{m}$ のアルミナ微粉末100重量部、水75重量部、有機バインダー（水溶性アクリル樹脂、固形分30%）40重量部をポリ容器に入れ、アルミナ玉石と共にボールミルにて24時間攪拌混合して、中間層形成用スリップを得た。この中間層形成用スリップを、上述の方法で得られたハニカム構造の多孔質セラミック支持体のセル壁の表面に接触付着させスリップ膜を形成後、乾燥させ、 1250°C にて焼成した。得られた中間層の平均細孔径は $1\mu\text{m}$ 、膜の厚さは最大値が $70\mu\text{m}$ で最小値が $50\mu\text{m}$ （平均値約 $55\mu\text{m}$ ）であった。

【0058】平均粒子径 $0.6\mu\text{m}$ のアルミナ微粉末100重量部、水75重量部、有機バインダー（水溶性アクリル樹脂、固形分30%）40重量部をポリ容器に入れ、アルミナ玉石と共にボールミルにて24時間攪拌混合して、濾過膜形成用スリップを得た。この濾過膜形成用スリップを、上述の方法で得られたハニカム構造の多孔質セラミック支持体のセル壁の表面に接触付着させスリップ膜を形成後、乾燥させ、 1250°C にて焼成した。得られた濾過膜の平均細孔径は $0.2\mu\text{m}$ 、膜の厚さは $50\mu\text{m}$ であった。

【0059】このようにして得られたセラミックフィルターを5本作成したが、中間層及び濾過膜のクラックはまったくなかった。

【0060】このときの差圧 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ における純水透過流速は、 $600\text{l}/\text{m}^2\text{hr}$ であった。

【0061】

【比較例】図3に示すように、セルの径方向断面におけるセルの角部を直角にし、円弧にしなかった以外は、上記実施例と同様にしてセラミックフィルターを製作した。

【0062】中間層の厚さは、最大値が $120\mu\text{m}$ で最小値が $50\mu\text{m}$ であった。濾過膜の厚さは $50\mu\text{m}$ であった。

【0063】このようにしてセラミックフィルターを5本作成したが、中間層又は濾過膜のクラックは5本中3本に見られた。

【0064】このときの差圧 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ における純水透過流速は、 $580\text{l}/\text{m}^2\text{hr}$ であった。

【0065】

【発明の効果】本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体は、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部を面取りしたハニカム構造体から成るので、クラックのない多孔質セラミック濾過膜をセル壁表面に有するモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。

【0066】また、本発明の支持体によれば、多孔質セ

ラミック濾過膜の厚さを均一にした濾過効率の高いモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。

【0067】即ち、均一な濾過膜を形成できるので、膜厚が必要以上に厚い部分がない。そのため、必要以上に膜の厚い部分で濾過速度が遅くなる、という問題も生じない。

【0068】本発明の支持体は、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させているので、支持体全体としての強度が高い。

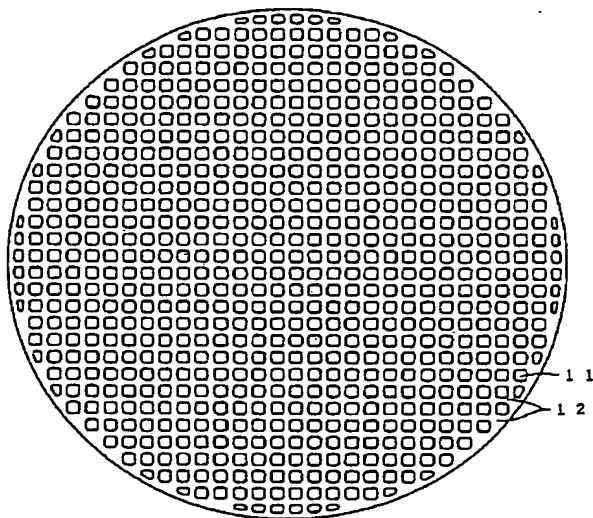
【0069】そのため、濾過時の圧力を大きく設定できるので、この点からも濾過効率の高いモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

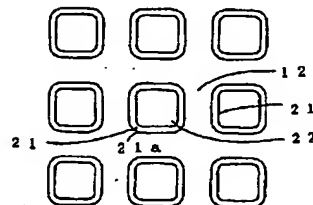
【図1】本発明の一例である外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た円形の端面を示す図

【図2】図1の支持体のセル壁表面に多孔質セラミック濾過膜を形成して成るモノリス型セラミックフィルターの濾液供給路の径方向（円筒軸に対して直角方向）断面の一部の拡大図

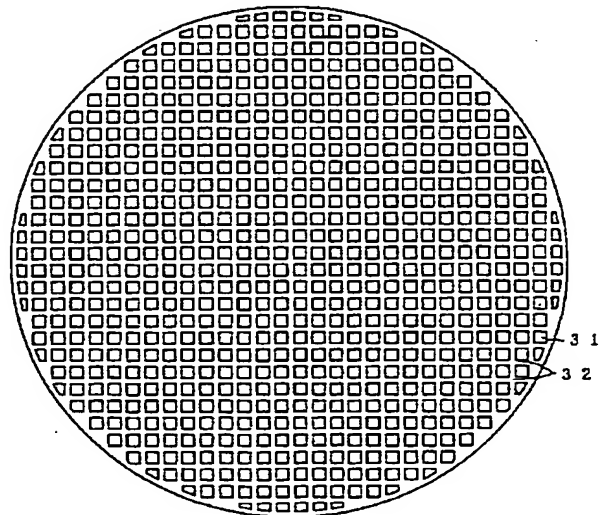
【図1】



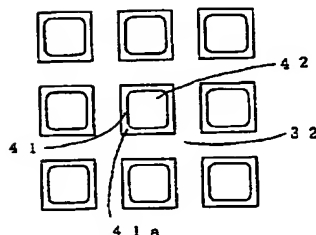
【図2】



【図3】



【図4】



*【図3】外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体（比較例）を円筒軸方向から見た円形端面を示す図

【図4】図3の支持体のセル壁表面に多孔質セラミック濾過膜を形成して成る比較例のモノリス型セラミックフィルターの濾液供給路の径方向（円筒軸に対して直角方向）断面の一部の拡大図

【図5】本発明の一例である外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た円形の端面を示す図

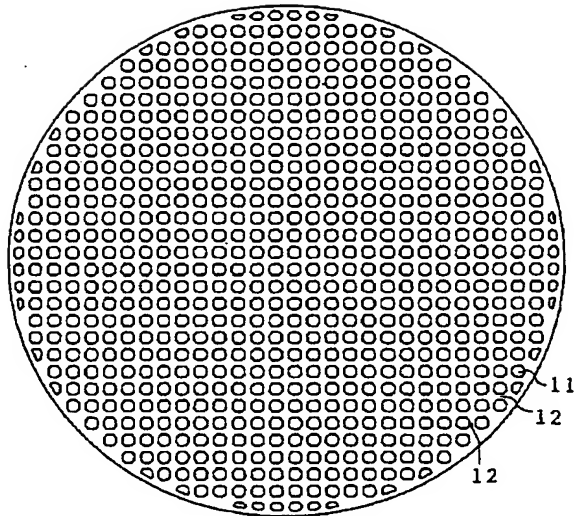
【図6】図5の支持体のセル壁表面に多孔質セラミック濾過膜を形成して成るモノリス型セラミックフィルターの濾液供給路の径方向（円筒軸に対して直角方向）断面の一部の拡大図

【図7】本発明の一例である外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た円形の端面を示す図

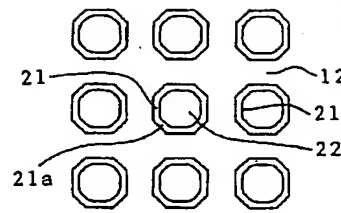
【図8】本発明の一例のセラミックフィルター用支持体のセルの径方向（セルの軸方向に対して直角方向）拡大断面図

*20 断面図

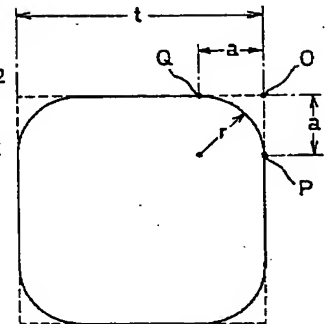
【図5】



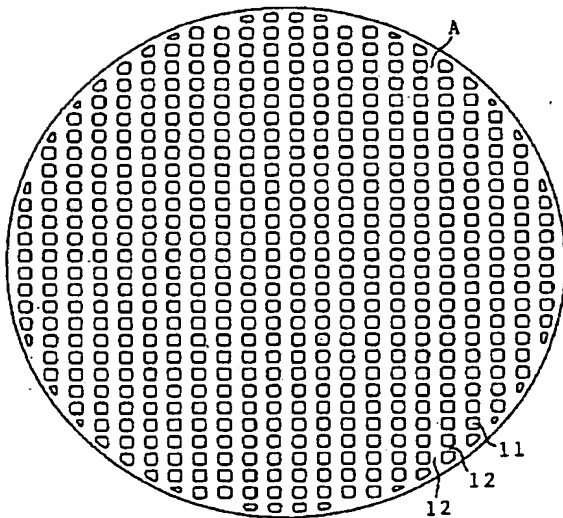
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 亀井 裕二
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36
号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
内

(72)発明者 田口 久富
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36
号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
内

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-124428

(43) 公開日 平成7年(1995)5月16日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D 39/20	D			
63/06		8014-4D		
71/02		9153-4D		
C 0 4 B 38/00	3 0 3			

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-302277

(22) 出願日 平成5年(1993)11月8日

(71) 出願人 000004293

株式会社ノリタケカンパニーリミテド
愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号

(72) 発明者 矢野 賢司

愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 内

(72) 発明者 寄田 浩

愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 内

(74) 代理人 弁理士 加藤 朝道

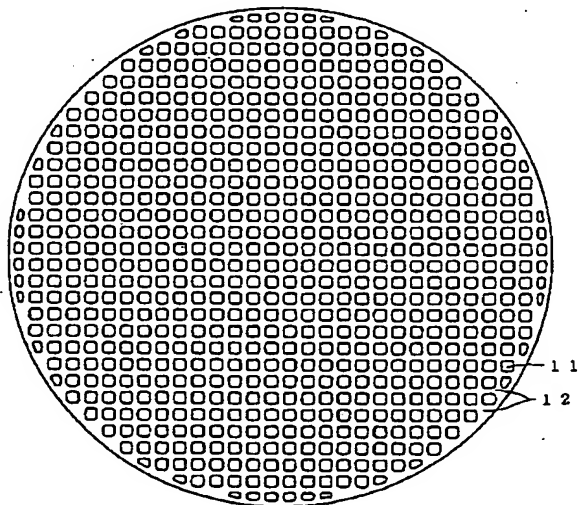
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モノリス型セラミックフィルター

(57) 【要約】

【構成】隔壁（セル壁）12の厚さ1mm、空孔部であるセル11の径方向断面の長さが1辺2mmの角を丸めた概略正方形で、かつ、セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は半径0.5mmの円弧である、外形が円筒状のハニカム構造体から成るモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【効果】この支持体により、クラックのない多孔質セラミック濾過膜をセル壁表面に有するモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。また、形成された濾過膜は、セル壁交叉部の角部に形成された濾過膜部分で濾過速度を低下させない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部を面取りしたハニカム構造体から成ることを特徴とするモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項2】セルの径方向断面における前記セルの角部の輪郭は、円弧又は直線を含むことを特徴とする請求項1に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項3】前記円弧の半径は、セルの角部を面取りしない場合にセルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭を規定する隣接する2辺のうちの短辺の長さの $1/2$ 未満かつ0.1mm以上であることを特徴とする請求項2に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項4】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、2本の長辺とこれらにはさまれる短辺を含むし、前記短辺の長さは、前記2本の長辺の長さのうちで最小の長さの $1/2$ 以下で、かつ、0.1mm以上であることを特徴とする請求項1に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項5】前記短辺は直線状であることを特徴とする請求項4に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体。

【請求項6】請求項1～5の一に記載のモノリス型セラミックフィルター用支持体のセル壁の表面に多孔質セラミック濾過膜を有して成ることを特徴とするモノリス型セラミックフィルター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高濾過面積、低濾過抵抗を実現できるハニカム形状をした、精密濾過、限外濾過、逆浸透等使用するモノリス型セラミックフィルターに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、コンパクトで高濾過面積のセラミックフィルターを実現するために、様々な研究が成され、様々な構造を持ったハニカム形状のモノリス型セラミックフィルターが提案されている。例えば、特公表平1-501534号公報、特公表平3-500386号公報等に記載のものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】モノリス型セラミックフィルターは、一般に、ハニカム構造のセラミックス製支持体のセル壁表面に、前記支持体の平均細孔径より細かい多孔質セラミックスから成る濾過膜を形成して製造される。

【0004】かかるハニカム構造の支持体は、平坦な隔壁面の交叉により空孔であるセルの角部が形成されている。このようなハニカム構造の支持体の一例を図3に示す。図3は、外形が円筒状のハニカム構造の支持体を円

筒軸方向から見た図（支持体端面の図）である。この支持体は、円筒軸方向に連続する複数のセル31を有する。セルは、円筒軸方向に連続する平坦な隔壁（セル壁）32の交叉により四方を囲まれて形成されるものであり、円筒軸方向に連続する四角柱状の空間（空孔）である。セルの角部は、平面である2枚の隔壁（セル壁）面が直交して形成されており、セルの径方向（円筒軸方向に対して直交する方向）断面におけるセルの角部の輪郭は直角になっている。

【0005】モノリス型セラミックフィルターは、例えば図3に示されるようなハニカム構造の支持体のセル壁32の表面に、濾過膜形成のためのスリップを塗布してスリップ膜を形成し、これを乾燥し、焼成して濾過膜を形成して製造する。

【0006】しかし、このようにして得られるモノリス型セラミックフィルターは、ハニカム構造体の支持体のセル壁表面に形成された濾過膜のセル壁角部での膜厚が厚くなるため、角部において、濾過速度が小さくなるという問題点を有していた。さらに、角部の濾過膜の膜厚が局部的に大きくなるため、乾燥、焼成時に濾過膜にクラックが発生しやすいという問題点を有していた。

【0007】本発明は、かかる問題点を解消するモノリス型セラミックフィルター用支持体及びモノリス型セラミックフィルターを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部を面取りしたハニカム構造体から成るモノリス型セラミックフィルター用支持体、及び、この支持体のセル壁の表面に多孔質セラミック濾過膜を有して成るモノリス型セラミックフィルターにより、上記目的を達成することができる。

【0009】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、好ましくは円弧又は直線を含むことを成る。

【0010】この円弧の半径は、セルの角部を面取りしない場合にセルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭を規定する隣接する2辺のうちの短辺の長さ（等辺の場合は当該等辺の長さ）の好ましくは $1/2$ 未満かつ0.1mm以上にする。

【0011】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、好ましくは、2本の長辺とこれらにはさまれる短辺（より好ましくは直線状の短辺）を含むし、前記短辺の長さは、前記2本の長辺の長さのうちで最小の長さの $1/2$ 以下（ $1/3 \sim 1/4$ 以下、あるいは $1/5 \sim 1/10$ 以下にしてもよい）で、かつ、0.1mm以上である。

【0012】

【作用】本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体は、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部

を面取りしたハニカム構造体から成るので、多孔質セラミック濾過膜を形成するためのスリップをセル壁の表面に塗布した際に、厚さのばらつきが小さく均一な厚さのスリップの塗膜を形成できる。かかる厚さの均一なスリップ塗膜は、乾燥・焼成時にクラックの発生を防止できる。また、焼成後に得られる濾過膜は、セル壁交叉部の角部に形成された濾過膜部分で濾過速度を低下させない。

【0013】これに対して、本発明とは異なり、セルの角部を面取りしないハニカム構造の支持体のセル表面に前記スリップを塗布した場合には、表面張力により、セル壁の交叉部の角のスリップ塗膜の厚さが、前記交叉部の角以外のスリップ塗膜の厚さよりも厚くなること避けられず、不均一な厚さのスリップ塗膜が形成される。かかる厚さの不均一なスリップ塗膜は、乾燥・焼成時にクラックが発生する。また、焼成後に得られる濾過膜は、セル壁交叉部の角部に形成された濾過膜部分で濾過速度が低下する。

【0014】これを図4に基づいてより具体的に説明する。図4は、図3の支持体のセル壁32の表面に多孔質セラミック濾過膜41を形成して成る比較例のモノリス型セラミックフィルターの、濾液供給路42の径方向断面の部分拡大図である。

【0015】セル壁の交叉部の角に形成された濾過膜41aの厚さは、セル壁の交叉部の角以外に形成された濾過膜の厚さよりも著しく厚い。この濾過膜は、その形成過程である乾燥・焼成工程において発生したクラックを有している。

【0016】

【好適な実施態様】

（モノリス型セラミックフィルター用支持体）本発明の支持体は、前記特定のハニカム構造体から成るものであり、空間部（空孔部）であるセルの角部が面取りされている。

【0017】セルの角部の面取り、即ち、セルの角を落とす程度は、当該ハニカム構造体のセル壁の表面に塗布しようとする、多孔質セラミック濾過膜形成のためのスリップの表面張力に応じて、前記スリップ塗膜の厚さが均一になるような程度で行なう。

【0018】スリップ塗膜の厚さの均一性の程度は、ある一つのセルの径方向断面における、スリップ塗膜の最大の厚さを T 、最小の厚さを t とした場合、 $(T-t)/T$ の値が好ましくは0.5以下（ $T \leq 2.0t$ ）、より好ましくは0.33以下（ $T \leq 1.5t$ ）になるようにする。

【0019】セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は、好ましくは円弧又は直線を含んだものや丸味をつけたものにすることができ、表面張力によりスリップ塗膜の厚さのばらつきが小さくなるものであれば必ずしも丸味をつけたものでないもの（例えば直線）でもよ

い。

【0020】前記円弧の半径の最小値は、好ましくは0.1mm以上（より好ましくは0.2mm以上）である。

【0021】0.1mm未満の場合には、スリップの表面張力により塗膜の厚さが不均一になることが多いからである。

【0022】前記円弧の半径は、仮りにセルの角部の面取りがないと仮定した場合に、セルの径方向断面におけるセルの角部（セル壁の中央部表面の延長面の交叉により規定される角部）の輪郭を規定する隣接する2辺のうちの短辺の長さ（2辺の長さが等しい場合はその等しい長さ）の $1/2$ 未満（より好ましくは $1/3$ 未満）である。

【0023】前記円弧の半径が前記短辺の長さの $1/2$ の場合は、面取り前のセルの径方向断面が正方形のときに、面取り後のセルの径方向断面の形状が円となり、濾過面積が最小となり濾過効率が低下するからである。

【0024】セルの角部の好ましい面取りは、図8に示すとおりである。即ち、セルの角 O を取るときは、角 O から距離 a 離れた2点 P 及び Q を通る円弧であって、円弧の半径 r と a の範囲は $0.1 \leq a < 1/2 t$ 、 $a \leq r$ （ t ：セル壁の中央部表面の延長面の交叉により規定される角部の輪郭を規定する2辺のうちの短辺の長さ）という条件を満たし、かつ、円弧の中心はセルの内部にある円弧で行なう。

【0025】なお、距離 a は、 $1/3 t$ 以下、 $1/4 t$ 以下、 $1/5 t$ 以下、あるいは $1/6 t \sim 1/10 t$ 以下にしてもよい。

【0026】前記特定のハニカム構造体は、多孔質セラミックス、好ましくは $1 \mu m \sim 100 \mu m$ （より好ましくは $5 \mu m \sim 20 \mu m$ ）の平均細孔径をもつ多孔質セラミックスで形成する。

【0027】本発明の支持体は、要求濾過精度によっては、濾過膜を形成することなく、それ自体をフィルターとして使用することができる。

【0028】ハニカム構造体の隔壁（セル壁）の一部を、前記構造体の外壁面に端面を露出し他の隔壁より厚い隔壁から成る流動抵抗緩和部とすることができる。

【0029】前記流動抵抗緩和部は、ハニカム構造体の外壁面に達する濾液排出孔を有することもできる。

【0030】ハニカム構造体の外壁面は、平行セル型ハニカム構造の場合、ハニカムセル（貫通孔）の軸に直交する横方向の外壁面をいう。このモノリス型セラミックフィルターは押出成形により簡単に製造できる基本的利点がある。また、この厚い隔壁は、ハニカム構造体の強度の補強にも大きく資する。なお、クロスフロー型ハニカム構造の場合にも、本発明の基本構成は適用できる。

【0031】また、濾液排出孔は、厚い隔壁部内に形成できるので、やはり製造が容易である。

【0032】ハニカム構造体の隔壁の一部を厚壁とし流動抵抗緩和部としたものとしては、例えば、所定ピッチ毎に隔壁（セル壁）を厚くして形成、配設できる。最も簡単な例はこのように所定ピッチ毎に隔壁を厚くした平行配置であるがさらに縦方向にも厚壁部を付加できる。この場合、たて、横同ピッチとすれば、ハニカム強度のバランス上好ましく、特に押出成形時に坯土の吐出圧力が均一となり、焼成時の変形の防止上好ましい。

【0033】その他、流動抵抗緩和部は、ハニカム横断面内において任意のパターンで配置、分配できる。外壁に連続していれば曲折していても直線でもどのようなパターンでもよく、例えば、ハニカム横断面の中心部を除いて、形成してもよく、外壁面から、必要に応じ内方へ短く延びるものでもよい。

【0034】流動抵抗緩和部は、ハニカム構造体の隔壁の一部から成るものであり、その厚さは他の隔壁より厚く、前記構造体の外壁面に端面を露出している。流動抵抗緩和部の厚さは、好ましくは、他の隔壁の厚さの1.5～10倍とし、さらに好ましくは2～5倍にする。なお、一般に流動抵抗緩和部の厚さは、薄いと流動抵抗の効果が小さくなり、厚いと濾過面積が小さくなる。この厚さは、フィルター（ハニカム構造体）の大きさと濾過膜の細孔径の大きさ、濾過する原液の性状により最適値が求められる。一般には、フィルターが大きいほど厚くなり、濾過膜の細孔径が小さいほど薄くなり、また濾過抵抗の小さい原液ほど厚くなる、という傾向がある。要はフィルターユニット当りの濾液量を最大とする様にすることである。

【0035】流動抵抗緩和部の厚さが他の隔壁の厚さの1.5倍以下では、流動抵抗緩和部の効果が小さいからである。また、10倍以上では、フィルターの単位体積当りの濾過面積が小さくなるため、フィルターの濾過処理能力が低下するからである。従って2～5倍が通常の条件では好ましいことになる。

【0036】外壁面（外周面）へ開口する濾液排出用の穴は、適当数（好ましくは所定ピッチで）設ける。セル軸と直交する方向が、流出抵抗低下と穴明け加工のためには望ましい。

【0037】本発明の支持体は、例えば以下のようにして製造することができる。

【0038】適当な粒子径をしたセラミック原料に有機バインダー、水を添加し混練して、押し出しに用いる坯土とする。必要に応じて、無機結合剤として粘土、ガラス等を添加することもできる。この坯土を所定の口金を持った押し出し成形機にて押し出し成形し、乾燥後、焼成する。坯土の押し出し方向に対して直角方向における口金の断面の形状は、製造しようとする本発明の支持体におけるハニカム構造体のセルの径方向断面に対応させる。

【0039】本発明の支持体に用いる多孔質セラミック

スの材料としては、アルミナ、シリカ、ジルコニア、ムライト、コーディライト、炭素、炭化ケイ素、窒化ケイ素等とすることができる。

【0040】（モノリス型セラミックフィルター）本発明のフィルターは、前記モノリス型セラミックフィルター用支持体のセル壁の表面に多孔質セラミック濾過膜を有して成るものである。前記濾過膜は、セル壁表面に2層以上形成することができる。

【0041】ある一つのセルの径方向断面における多孔質セラミック濾過膜の厚さは、最大の厚さをT、最小の厚さをtとした場合、 $(T-t)/T$ の好ましい値は0.5以下（より好ましくは0.33以下）である。

【0042】多孔質セラミック濾過膜の平均細孔径は、好ましくは前記支持体のものより小さくする。支持体が $1\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ の平均細孔径を有する多孔質セラミックスで形成したハニカム構造体から成る場合は、好ましくは、平均細孔径50オングストロームから $5\mu\text{m}$ の多孔質セラミックスから成る濾過膜を形成する。

【0043】また、上記支持体と上記濾過膜の間に、必要に応じて、それらの中間の平均細孔径を持った多孔質セラミック中間層を形成することができる。

【0044】多孔質セラミック濾過膜は、例えば次のようにして形成することができる。

【0045】まず、適当な粒子径のセラミックス原料（粉末またはコロイド溶液）に水などの溶媒、有機バインダー、解膠剤、pH調整剤などを添加して混合し、スリップを得る。次に、このスリップをハニカム構造の支持体のセル壁の表面にコートし、乾燥後、焼成して、濾過膜を得る。濾過膜の材質としては、アルミナ、ジルコニア、チタニア等がある。

【0046】なお、後述の実施例においてはセルの径方向断面は角を丸めた正方形であるが、角を丸めた三角形、角を丸めた六角形等のように角を丸めた多角形の形状にすることができる。また、供給液通路の配置は、方形であるが、六角形、同心円状などの他の配置とすることもできる。

【0047】本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体及びこれを用いて得られたモノリス型セラミックフィルターの一例を図面に基いて説明する。

【0048】図1は、外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た図である。

【0049】この支持体は多孔質セラミックス製のハニカム構造体から成り、円筒軸方向に連続する隔壁（セル壁）12の交叉により四方を仕切られて形成される複数のセル11を有する。セルは、円筒軸方向に連続する、角部を面取りして落とされ丸められた概略四角柱状の空隙である。セルの角部は、セル壁の交叉部の角の厚みを交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させることにより、面取りされている。このセルの面取りは、セルの径

方向断面におけるセルの角部の輪郭が円弧を含有して成るようになされている。

【0050】図2は、図1の支持体のセル壁12の表面に多孔質セラミック濾過膜21を形成して成るモノリス型セラミックフィルターの、濾液供給路22の径方向断面の一部の拡大図である。

【0051】セル壁の交叉部の角に形成された濾過膜21aの厚さと、セル壁の交叉部の角以外に形成された濾過膜の厚さはほぼ等しく、濾過膜の厚さが均一である。この濾過膜にはクラックが見られない。

【0052】図5及び図6には、図1及び図2に示すセラミックフィルター用支持体において、セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭が直線を含有して成るように、セルの面取りを行なったものを示す。このセラミックフィルター用支持体は、図1及び図2に示されたものと同様の効果を示す。

【0053】

【実施例】平均粒子径 $40\mu\text{m}$ のアルミナ100重量部、無機結合剤として、平均粒子径 $5\mu\text{m}$ のガラス粉末8重量部、有機バインダーとして、メチルセルローズ7重量部に水を所定量加えて混練し、押し出し用坯土とした。図1に示すような断面形状（坯土の押し出し方向に対して直角方向の断面形状）となるような口金を持った押し出し成形機によって、押し出し成形し、乾燥した。十分に乾燥したこの乾燥体を焼成炉にて、 1250°C にて焼成し、図1に示す外形が円筒状の本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体であるハニカム構造の支持体を得られた。この支持体は、平均細孔径 $10\mu\text{m}$ 、支持体の円形端面の直径 90mm 、円筒軸方向の長さ 500mm 、隔壁（セル壁）の厚さ 1mm 、空孔部であるセルの大きさは径方向断面の長さが1辺 2mm の角を丸めた概略正方形で、セルの径方向断面におけるセルの角部の輪郭は半径 0.5mm の円弧である。

【0054】なお、図7には、円筒形状の外壁に通じる隔壁であって同一方向に並列する全ての隔壁を、前記隔壁と直交する隔壁より厚い流動抵抗緩和部Aとしたフィルター用支持体が記載されている。

【0055】このように流動抵抗緩和部をもうけることにより、支持体内の濾過流動抵抗の増大をより一層効果的に押さえることができる。従って、図7のフィルター用支持体は、図3のフィルター用支持体のように、濾過速度が制限されることがなく、また、セル角部の濾過膜の厚さが厚くなることがないため、濾過膜の厚さの増大による濾過速度の低下がなく、乾燥、焼成時におけるクラックの発生のないハニカム構造をしたモノリス型セラミックフィルターとすることができる。

【0056】さらに、前記流動抵抗緩和部は、ハニカム構造体の隔壁として、その厚さ方向に均一に分布しているため、当該フィルター用支持体を押し出し成形する際に、押し出し成形体の隔壁の存在密度が均一なので、成

形時に歪みが発生しにくく、また、成形体の乾燥時において乾燥収縮の違いによる切れが発生しにくい。

【0057】平均粒子径 $4\mu\text{m}$ のアルミナ微粉末100重量部、水75重量部、有機バインダー（水溶性アクリル樹脂、固形分30%）40重量部をポリ容器に入れ、アルミナ玉石と共にボールミルにて24時間攪拌混合して、中間層形成用スリップを得た。この中間層形成用スリップを、上述の方法で得られたハニカム構造の多孔質セラミック支持体のセル壁の表面に接触付着させスリップ膜を形成後、乾燥させ、 1250°C にて焼成した。得られた中間層の平均細孔径は $1\mu\text{m}$ 、膜の厚さは最大値が $70\mu\text{m}$ で最小値が $50\mu\text{m}$ （平均値約 $55\mu\text{m}$ ）であった。

【0058】平均粒子径 $0.6\mu\text{m}$ のアルミナ微粉末100重量部、水75重量部、有機バインダー（水溶性アクリル樹脂、固形分30%）40重量部をポリ容器に入れ、アルミナ玉石と共にボールミルにて24時間攪拌混合して、濾過膜形成用スリップを得た。この濾過膜形成用スリップを、上述の方法で得られたハニカム構造の多孔質セラミック支持体のセル壁の表面に接触付着させスリップ膜を形成後、乾燥させ、 1250°C にて焼成した。得られた濾過膜の平均細孔径は $0.2\mu\text{m}$ 、膜の厚さは $50\mu\text{m}$ であった。

【0059】このようにして得られたセラミックフィルターを5本作成したが、中間層及び濾過膜のクラックはまったくなかった。

【0060】このときの差圧 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ における純水透過流速は、 $600\text{l}/\text{m}^2\text{hr}$ であった。

【0061】

【比較例】図3に示すように、セルの径方向断面におけるセルの角部を直角にし、円弧にしなかった以外は、上記実施例と同様にしてセラミックフィルターを製作した。

【0062】中間層の厚さは、最大値が $120\mu\text{m}$ で最小値が $50\mu\text{m}$ であった。濾過膜の厚さは $50\mu\text{m}$ であった。

【0063】このようにしてセラミックフィルターを5本作成したが、中間層又は濾過膜のクラックは5本中3本に見られた。

【0064】このときの差圧 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ における純水透過流速は、 $580\text{l}/\text{m}^2\text{hr}$ であった。

【0065】

【発明の効果】本発明のモノリス型セラミックフィルター用支持体は、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させ、空間部であるセルの角部を面取りしたハニカム構造体から成るので、クラックのない多孔質セラミック濾過膜をセル壁表面に有するモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。

【0066】また、本発明の支持体によれば、多孔質セ

10

20

30

40

50

ラミック濾過膜の厚さを均一にした濾過効率の高いモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。

【0067】即ち、均一な濾過膜を形成できるので、膜厚が必要以上に厚い部分がない。そのため、必要以上に膜の厚い部分で濾過速度が遅くなる、という問題も生じない。

【0068】本発明の支持体は、セル壁の交叉部の角の厚みを前記交叉部以外のセル壁の厚みよりも増大させているので、支持体全体としての強度が高い。

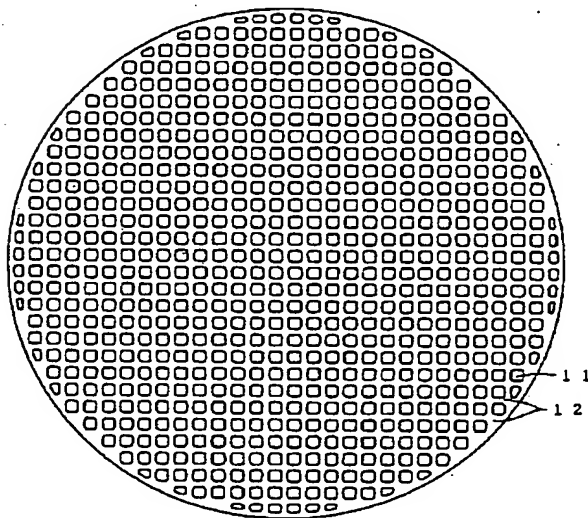
【0069】そのため、濾過時の圧力を大きく設定できるので、この点からも濾過効率の高いモノリス型セラミックフィルターを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

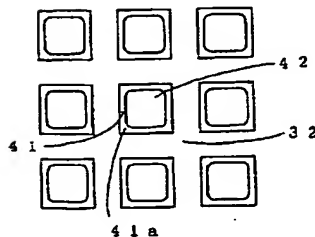
【図1】本発明の一例である外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た円形の端面を示す図

【図2】図1の支持体のセル壁表面に多孔質セラミック濾過膜を形成して成るモノリス型セラミックフィルターの濾液供給路の径方向（円筒軸に対して直角方向）断面の一部の拡大図

【図1】



【図4】



*【図3】外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体（比較例）を円筒軸方向から見た円形端面を示す図

【図4】図3の支持体のセル壁表面に多孔質セラミック濾過膜を形成して成る比較例のモノリス型セラミックフィルターの濾液供給路の径方向（円筒軸に対して直角方向）断面の一部の拡大図

【図5】本発明の一例である外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た円形の端面を示す図

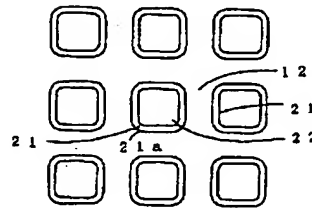
【図6】図5の支持体のセル壁表面に多孔質セラミック濾過膜を形成して成るモノリス型セラミックフィルターの濾液供給路の径方向（円筒軸に対して直角方向）断面の一部の拡大図

【図7】本発明の一例である外形が円筒状のモノリス型セラミックフィルター用支持体を円筒軸方向から見た円形の端面を示す図

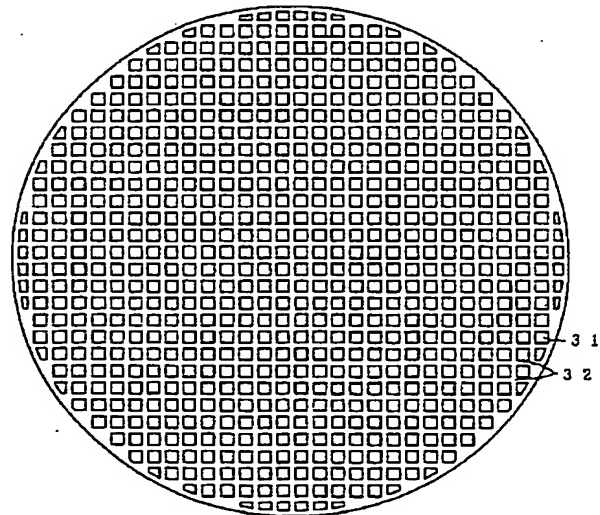
【図8】本発明の一例のセラミックフィルター用支持体のセルの径方向（セルの軸方向に対して直角方向）拡大断面図

*20 断面図

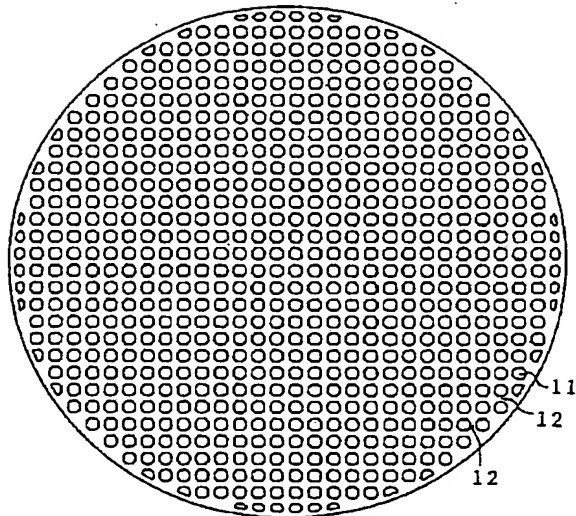
【図2】



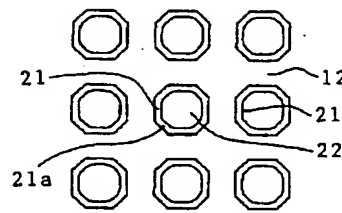
【図3】



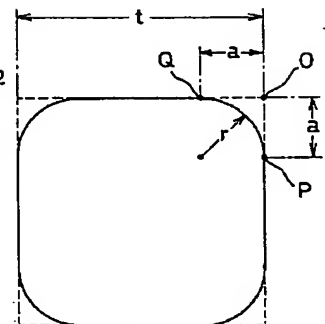
【図5】



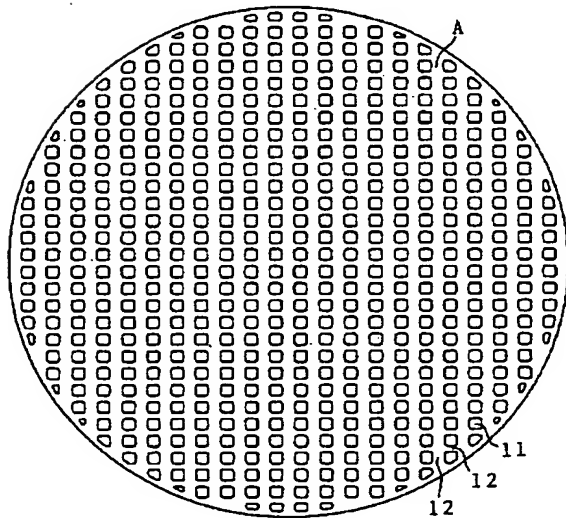
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 亀井 裕二
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36
号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
内

(72)発明者 田口 久富
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36
号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.